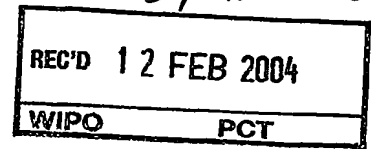


Pat'd PCT  
10 JAN 2005

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP 03/12138

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 56 869.3

**Anmeldetag:** 4. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Behr GmbH & Co KG, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Wärmeübertrager

**IPC:** F 28 F, F 02 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Stark**

---

BEHR GmbH & Co. KG  
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

---

### Wärmeübertrager

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere einen Ladeluftkühler für ein Kraftfahrzeug.

Um eine Leistungssteigerung eines Verbrennungsmotors zu erzielen, kann die der Verbrennung zuzuführende Luft beispielsweise mit einem Turbolader verdichtet werden, bevor sie den Brennkammern des Verbrennungsmotors zugeführt wird. Die Verdichtung der Luft bringt jedoch gleichzeitig eine Erwärmung derselben mit sich, die für einen optimalen Ablauf des Verbrennungsprozesses nachteilig ist. Beispielsweise kann dadurch eine verfrühte Zündung oder eine erhöhte Stickoxidemission ausgelöst werden. Um die nachteiligen Folgen von der Verbrennung zugeführter überhitzter Luft zu vermeiden, wird einem Turbolader ein als Ladeluftkühler ausgebildeter Wärmeübertrager nachgeschaltet, mit dem die komprimierte Luft vor ihrer Verbrennung auf eine zulässige Temperatur abgekühlt werden kann.

Ein Ladeluftkühler ist beispielsweise in der DE 197 57 034 A1 beschrieben. Bei dem dortigen Wärmetauscher wird die heiße Luft in einen ersten Sammelkanal des Wärmetauschers eingeleitet, wo sie sich verteilt und in Flachrohre einströmt, die in den Sammelkanal einmünden. Die Flachrohre sind

nebeneinander, und mit den die langen Seiten ihres Querschnittes enthal-  
tenden Seitenflächen parallel zueinander angeordnet und bilden einen  
Strömungsweg aus, durch den kühlende Luft durchgeleitet wird. Im Strö-  
mungsweg sind zwischen den Flachrohren Kühlrippen angeordnet, die einen  
effektiven Wärmeaustausch zwischen den Flachrohren und dem kühlenden  
Luftstrom bewirken. Nach dem Durchqueren des kühlenden Luftstromes  
münden die Flachrohre in einen zweiten Sammelkanal, der die darin ein-  
strömende, gekühlte, komprimierte Ladeluft der Verbrennung im Motor zu-  
führt.

10

Bei Wärmeübertragern wie insbesondere derartigen Ladeluftkühlern sind die  
Rohre üblicherweise in Öffnungen eines Rohrbodens gesteckt und fluiddicht  
verlötet. Bei jeder Beladung mit komprimierter Luft unterliegt diese Lötver-  
bindung aufgrund schneller Druckänderungen hohen mechanischen Bela-  
stungen. Besonders die Schmalseiten von Flachrohren erfüllen nicht die  
steigenden Festigkeitsanforderungen, wodurch sich Undichtigkeiten insbe-  
sondere in den Seiten des Rohrbodens zugewandten Bereichen solcher  
Rohr-Boden-Verbindungen ergeben können.

20 Ein einfacher Weg, um die Festigkeit von Rohr-Boden-Verbindungen zu  
steigern, ist eine Verwendung von Rohren und/oder Rohrböden mit höherer  
Wandstärke oder von Außen- und/oder Innenrippen mit höherer Material-  
stärke. Die vergrößerte mechanische Stabilität ist in beiden Fällen ein-  
leuchtend, der dafür benötigte Mehraufwand an Materialkosten und -gewicht  
jedoch sehr hoch.

25

Andere Lösungsvorschläge befassen sich mit einer Verminderung der me-  
chanischen Beanspruchung der Rohr-Boden-Verbindungen durch Verwen-  
dung von Zugankern in den Ladeluftkästen. Diese Zuganker stabilisieren die  
Ladeluftkästen und entlasten dadurch die Rohr-Boden-Verbindungen, brin-

30

gen jedoch eine Erhöhung des Materialaufwands und des durch den Ladeluftkühler verursachten Druckverlustes mit sich.

5 Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmeübertrager, insbesondere einen Ladeluftkühler, bereitzustellen, bei dem mechanische Belastungen von Rohr-Boden-Verbindungen ohne Mehraufwand an Material verringert werden

10 Diese Aufgabe wird durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

15 Gemäß Anspruch 1 weist ein Wärmeübertrager Rohre auf, die geeignet sind, von einem ersten Medium durchströmt und von einem zweiten Medium umströmt zu werden, so daß Wärme von dem ersten auf das zweite Medium oder umgekehrt übertragbar ist. Zumindest ein mit den Rohren kommunizierender Sammelkasten umfaßt zumindest einen Rohrboden, der einen im wesentlichen ebenen Mittelbereich und zumindest einen gegenüber dem Mittelbereich abgewinkelten oder abgerundeten Seitenbereich aufweist. Bevorzugt weist der Rohrboden zwei insbesondere gegenüberliegende Seitenbereiche auf, die gegenüber dem Mittelbereich abgewinkelt oder abgerundet sind. In dem Mittelbereich befinden sich Rohröffnungen, in die die Rohre zu einer Bildung der kommunizierenden Verbindung mit dem Sammelkasten einsteckbar sind.

25 Ausgehend von der Erkenntnis, daß sich die Geometrie des Sammelkastens unter Druckbelastung durch Verformung einer Kugelgestalt annähert, da die Kugelform unter allen dreidimensionalen Körpern bei gegebener Oberfläche das größtmögliche Volumen aufweist, ist es Grundgedanke der Erfindung, die geometrische Form eines Querschnitts des Rohrbodens einem Kreisabschnitt anzunähern, so daß Verformungen, die durch eine Druckbelastung des Sammelkastens auftreten, verringert werden, wodurch Verbindungen von Rohren mit dem Rohrboden mechanisch entlastet werden. Zu diesem Zweck reicht zumindest eine der Rohröffnungen im Mittelbereich des Rohr-

30

5 bodens vorteilhaft an den zumindest einen Seitenbereich heran beziehungsweise in den zumindest einen Seitenbereich hinein. Dadurch ist gewährleistet, daß wenigstens ein dem Seitenbereich zugewandter Bereich der Rohr-Boden-Verbindung an einen gegenüber dem Mittelbereich abgewinkelten oder abgerundeten Bereich des Rohrbodens grenzt. Daraus resultierend befindet sich dieser Bereich der Rohr-Boden-Verbindung in einem Gebiet des Sammelkastens, welches im Falle von Druckbelastungen eine verringerte Verformung und damit weniger mechanische Spannungen aufweist. Bevorzugt reicht die Rohröffnung in den abgewinkelten oder abgerundeten  
10 Seitenbereich hinein, aber auch ein Heranreichen an den Seitenbereich bewirkt bereits eine Verminderung der mechanischen Belastungen einer Rohr-Boden-Verbindung.

15 Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Wärmeübertragers werden dessen mechanische Festigkeit und damit auch dessen Lebensdauer erhöht, ohne daß dafür ein Mehraufwand an Material, Teilezahl oder Fertigungszeit nötig wäre.

20 Ein Mittelbereich eines Rohrbodens ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung dann als im wesentlichen eben anzusehen, wenn der Rohrboden in diesem Bereich größtenteils eben ist. Insbesondere ein Rohrbodenmittelbereich mit als sogenannte Durchzüge umgeformten Umrandungen von Rohröffnungen und/oder mit anderen geringfügigen Abweichungen von einer Ebenheit ist im Rahmen der Erfindung im wesentlichen eben.

25 Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

30 Gemäß einer Ausführungsform umfaßt der zumindest eine Seitenbereich des Rohrbodens einen oder mehrere ebene Teilbereiche, so daß der Sammelkasten eine facettierte Form aufweist. Dies ermöglicht eine sichere Herstellung mit niedrigen Fertigungstoleranzen.

35 Bevorzugt weist der zumindest eine Seitenbereich eine Rundung mit etwa konstantem Krümmungsradius oder mehrere Rundungen mit verschiedenen

Krümmungsradien auf. Dadurch wird eine besonders gute Annäherung an einen halbkreisförmigen Querschnitt des Rohrbodens erreicht.

5 Ebenfalls einer verbesserten Annäherung an eine Halbkreisform des Rohrbodenquerschnitts dient eine durchgehend konvexe Ausbildung des zumindest einen Seitenbereichs. Konkave Teilbereiche starken Verformungen im Falle von Druckbelastungen werden dadurch vermieden.

10 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung weist der Rohrboden Durchzüge auf, die die Rohröffnungen begrenzen, die gegebenenfalls in den Sammelkasten hineinweisen beziehungsweise aus dem Sammelkasten herausweisen. Diese Durchzüge dienen einer vergrößerten Kontaktfläche zwischen den eingesteckten Rohren und dem Rohrboden, wodurch die Rohr-Boden-Verbindung verstärkt wird. Besonders vorteilhaft ist der Durchzug der zu-  
15 mindest einen Rohröffnung am beziehungsweise im zumindest einen Seitenbereich niedriger als im Mittelbereich des Rohrbodens. Dadurch wird eine Angriffsfläche für aus dem Seitenbereich herrührende mechanische Spannungen an der Rohr-Boden-Verbindung verkleinert, während eine hohe Stabilität der Rohr-Boden-Verbindung im Mittelbereich des Rohrbodens auf-  
20 rechterhalten bleibt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist der erfindungsgemäße Wärmeübertrager als Ladeluftkühler ausgebildet, der besonders bevorzugt in Kraftfahrzeugen einsetzbar ist. Insbesondere weist der Ladeluftkühler zwei  
25 Sammelkästen auf, von denen ein erster zur Verteilung und ein zweiter zur Sammlung von Ladeluft vorgesehen ist. Vorteilhafterweise weist jeder der Sammelkästen genau einen Rohrboden auf, der mit einer Reihe von Rohröffnungen versehen ist. Auch ist es vorteilhaft, eine Reihe von Flachrohren mit dazwischenliegenden, insbesondere verlöteten Wellrippen zu verwenden, da hierdurch eine vergrößerte Wärmeübertragungsfläche erreicht wird.  
30 Als Kühlmedium dient vorzugsweise Luft, wobei auch andere Kühlmedien wie Wasser oder Kühlmittel denkbar sind.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter  
35 Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1a: einen Ausschnitt eines Wärmeübertragers gemäß der vor-  
liegenden Erfindung,
- 5 Fig. 1b: einen Ausschnitt eines Wärmeübertragers,
- Fig. 1c: einen Querschnitt eines Wärmeübertragers,
- Fig. 2a: einen Ausschnitt eines Wärmeübertragers,
- 10 Fig. 2b: einen Ausschnitt eines Wärmeübertragers und
- Fig. 2c: einen Querschnitt eines Wärmeübertragers.

15 Fig. 1a zeigt einen Ausschnitt aus einem Wärmeübertrager 10 in einer per-  
spektivischen Darstellung. Ein Sammelkasten 20 zur Verteilung eines ersten  
Mediums besteht aus einem Rohrboden 30 und einem Kastendeckel 40, die  
an einer gemeinsamen Berührungsfläche 50 miteinander verschweißt sind.  
Der Kastendeckel 40 ist hierbei in den Rohrboden 30 hineingesteckt. Es ist  
20 aber ebenso denkbar, den Kastendeckel 40 auf den Rohrboden 30 aufzu-  
stecken oder anderweitig an dem Rohrboden 30 anzubringen. Bei anderen,  
nicht gezeigten Ausführungsbeispielen sind ein Rohrboden und ein Kasten-  
deckel durch Lötung, Verklebung oder formschlüssig miteinander verbunden  
beziehungsweise einteilig oder einstückig, das heißt beispielsweise aus ei-  
25 ner umgeformten Platte bestehend, ausgebildet.

Der Rohrboden 30 weist eine Rohröffnung 60 auf, deren Rand 70 als soge-  
nannter Durchzug in das Sammelkasteninnere hinein umgeformt ist. Ein im  
wesentlichen rechteckiges Flachrohr 80 ist in die Rohröffnung 60 gesteckt  
30 und mit dem Rohrboden 30 verlötet oder verschweißt. Nicht dargestellt sind  
Wellrippen, die beidseits an das Flachrohr 80 angrenzen und mit letzterem  
verlötet sind, so daß ein Wärmeübertrag von dem ersten auf ein das Rohr  
80 und die Rippen umströmendes zweites Medium oder von dem zweiten auf  
das erste Medium gesteigert wird. Insgesamt umfaßt der Wärmeübertrager

10 eine ganze Reihe von sich abwechselnden Flachrohren und Wellrippen, die einen sogenannten Rohr-Rippen-Block bilden.

Wie in der Seitenansicht in Fig. 1b zu erkennen ist, ist das Rohr 80 so weit in die Rohröffnung 60 hineingesteckt, daß ein oberer Randbereich 90 des Rohres 80 über den Durchzug 70 hinausragt. Dadurch wird eine gute Ausnutzung einer dem Rohr 80 zugewandten, nicht sichtbaren Innenfläche des Durchzugs 70 als Anlagefläche für eine Rohr-Boden-Verbindung gewährleistet. Dies dient beispielsweise einer dichten Verlötung. Um einen unnötig hohen Druckabfall des ersten Mediums über den Wärmeübertrager zu vermeiden, ist der Überstand des Rohres 80 über den Rohrboden 30 so gering wie möglich zu halten. Aus diesem Grund befindet sich die Rohröffnung 60 in einem im wesentlichen ebenen Mittelbereich 100 des Rohrbodens 30.

Wird der Sammelkasten 20 mit dem ersten Medium beaufschlagt, verformt sich der Sammelkasten 20 unter Umständen derart, daß sich seine Querschnittsform einer Kreisform annähert. Um eine solche Verformung quasi vorwegzunehmen, sind Seitenbereiche 110, 120 des Rohrbodens 30 gegenüber dem Mittelbereich 100 abgewinkelt. Daraus resultiert eine geringere Verformung des Rohrbodens 30 unter Druckbelastung des Sammelkastens 20 in diesen Seitenbereichen 110, 120. Die bei solchen druckbedingten Verformungen mechanisch am stärksten beanspruchten Stirnseiten 130, 140 des Flachrohres 80 werden dadurch entlastet, daß die Rohröffnung 60 und damit auch das Rohr 80 in die Seitenbereiche 110, 120 des Rohrbodens 30 hineinreichen. Die dort vorliegende reduzierte Verformung des Rohrbodens 30 bringt eine Verringerung der mechanischen Belastung des Rohres 80 beziehungsweise der Rohr-Boden-Verbindung mit sich.

Fig. 1c zeigt einen Querschnitt des Wärmeübertragerausschnitts aus Fig. 1a beziehungsweise Fig. 1b, wobei die Schnittebene quer durch das Rohr 80 verläuft. Bei einem Vergleich dieser Ansicht mit Fig. 1b wird deutlich, daß durch das Hineinreichen der Rohröffnung 60 in die gegenüber dem Mittelbereich 100 abgewinkelten Seitenbereiche 110, 120 des Rohrbodens 30 der Durchzug 70 an den Stirnseiten 130, 140 des Flachrohres 80 eine reduzierte Höhe aufweist. Dadurch ergibt sich der zusätzliche Vorteil, daß für druckbe-



dingte Verformungen eine verringerte Angriffsfläche am Rohr 80 besteht. Die gleichzeitig in Kauf genommene Verkleinerung der Anlagefläche für die Rohr-Boden-Verbindung ist tolerierbar, da ein wesentlich größerer Teil des Durchzugs 70 in dem ebenen Mittelbereich 100 des Rohrbodens 30 eine für die Stabilität der Rohr-Boden-Verbindung ausreichende Höhe behält.

10 In Fig. 2a, 2b und 2c ist analog zu Fig. 1a, 1b und 1c ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 210 dargestellt, das sich von dem vorherigen Ausführungsbeispiel im wesentlichen dadurch unterscheidet, daß der Durchzug 270 aus dem Sammelkasten 220 herausweisend umgeformt ist. Der Rohrboden 230 ist mit einem Kastendeckel 240 an der gemeinsamen Berührungsfläche 250 verschweißt. Ein im wesentlichen rechteckiges Flachrohr 280 ist in die Rohröffnung 260 mit dem Durchzug 270 gesteckt und mit dem Rohrboden 230 verlötet oder verschweißt.

15 Um einen Druckabfall eines durch den Sammelkasten 220 und unter anderem durch das Rohr 280 strömenden ersten Mediums über den Wärmeübertrager zu reduzieren, weist der Durchzug 270 aus dem Sammelkasten 220 heraus, so daß das in dem Durchzug 270 steckende Rohr 280 nicht über den Rohrboden 230 in dessen im wesentlichen ebenen Mittelbereich 300 hinausragt. Seitenbereiche 310, 320 des Rohrbodens 230 sind gegenüber dem Mittelbereich 300 abgewinkelt, um eine Verformung des Sammelkastens 220 unter Druckbelastung zumindest in den Seitenbereichen 310, 320 zu reduzieren. Zu einer Entlastung der Stirnseiten 330, 340 des Flachrohrs 280 reichen die Rohröffnung 260 und damit das Rohr 280 an die Seitenbereiche 310, 320 heran, was in Fig. 2c besonders gut verdeutlicht wird.

25  
30 Der Vorteil der verringerten Durchzugshöhe fällt bei diesem Ausführungsbeispiel zwar weg, durch den s-förmigen Querschnitt des Rohrbodens 230 im Bereich Deckelanschluß 250 – Seitenbereich 310/320 – Durchzug 270 wird dem Rohr 280 beziehungsweise der Rohr-Boden-Verbindung jedoch ebenfalls eine Belastungsreduktion zuteil.

5

## Patentansprüche

10

1. Wärmeübertrager mit Rohren und zumindest einem Sammelkasten, wobei der Sammelkasten zumindest einen Rohrboden aufweist, wobei der Rohrboden einen im wesentlichen ebenen Mittelbereich mit Rohröffnungen, in die die Rohre einsteckbar sind, und zumindest einen gegenüber dem Mittelbereich abgewinkelten oder abgerundeten Seitenbereich aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Rohröffnung an den zumindest einen Seitenbereich heranreicht oder in den zumindest einen Seitenbereich hineinreicht.

15

20

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Seitenbereich zumindest einen ebenen Teilbereich aufweist.

25

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Seitenbereich eine Rundung mit etwa konstantem Krümmungsradius aufweist.

30

4. Wärmeübertrager nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Seitenbereich mehrere Rundungen mit verschiedenen Krümmungsradien aufweist.
5. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Seitenbereich konvex geformt ist.

- 5
6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Rohröffnung von einem Durchzug begrenzt wird, der in den zumindest einen Sammelkasten hineinweist.
- 10
7. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Rohröffnung von einem Durchzug begrenzt wird, der aus dem zumindest einen Sammelkasten herausweist.
- 15
8. Wärmeübertrager nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchzug am oder im zumindest einen Seitenbereich des Rohrbodens niedriger ist als im Mittelbereich des Rohrbodens.
9. Ladeluftkühler, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, gekennzeichnet durch die Merkmale eines der vorhergehenden Ansprüche.

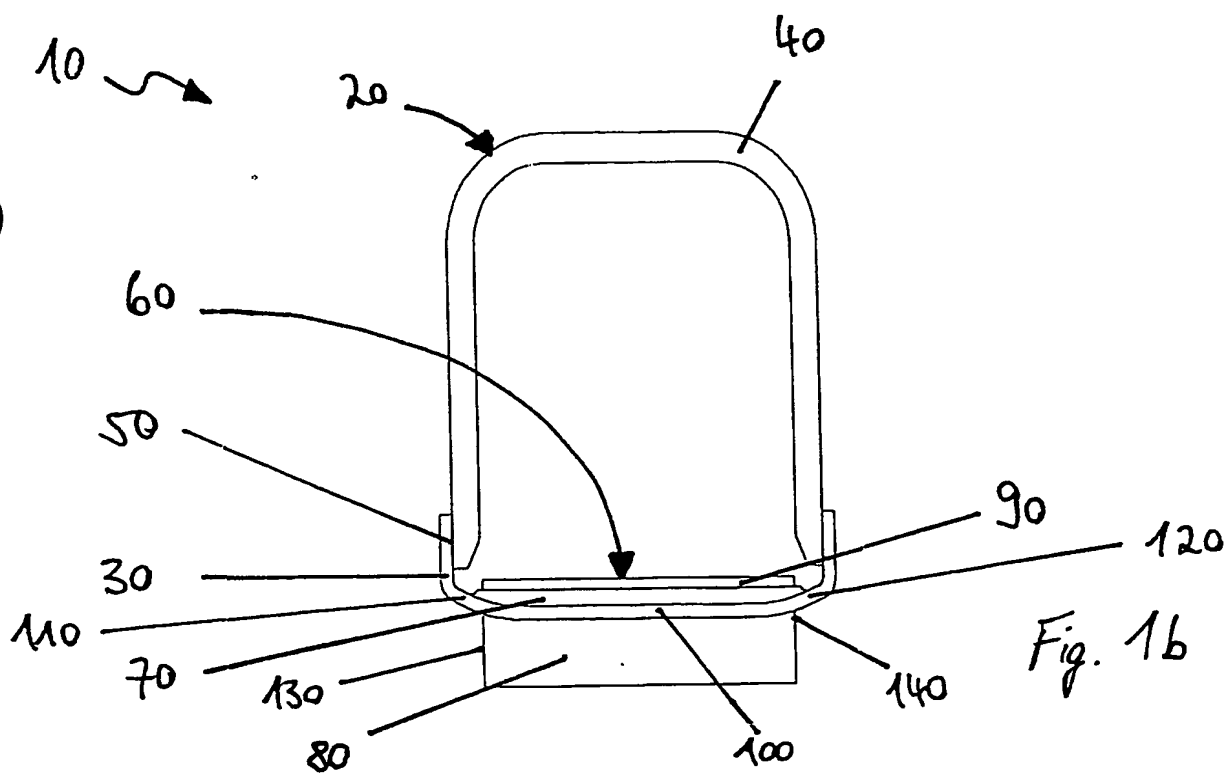
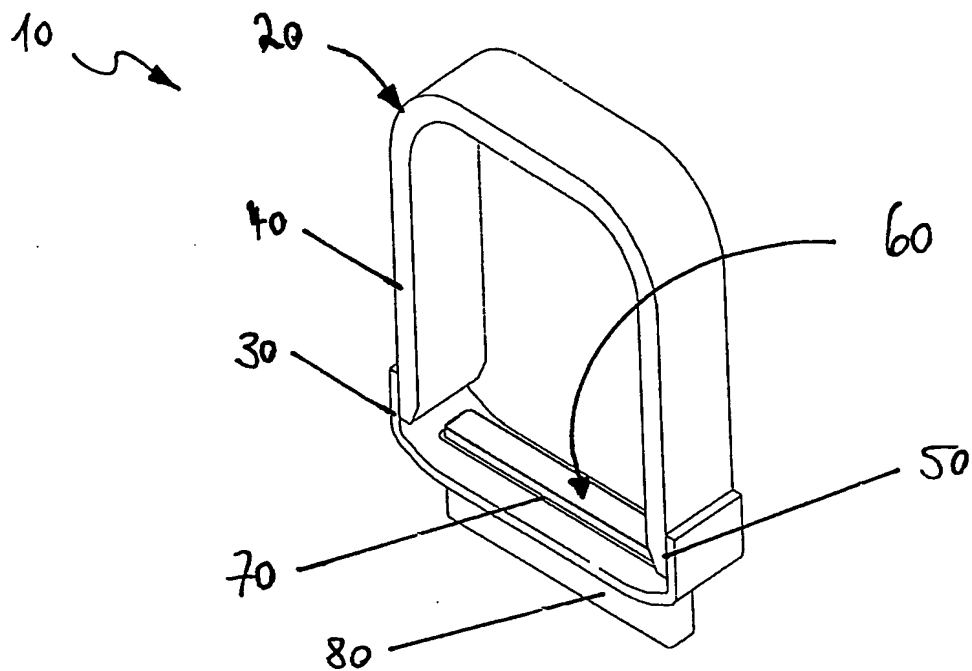
5

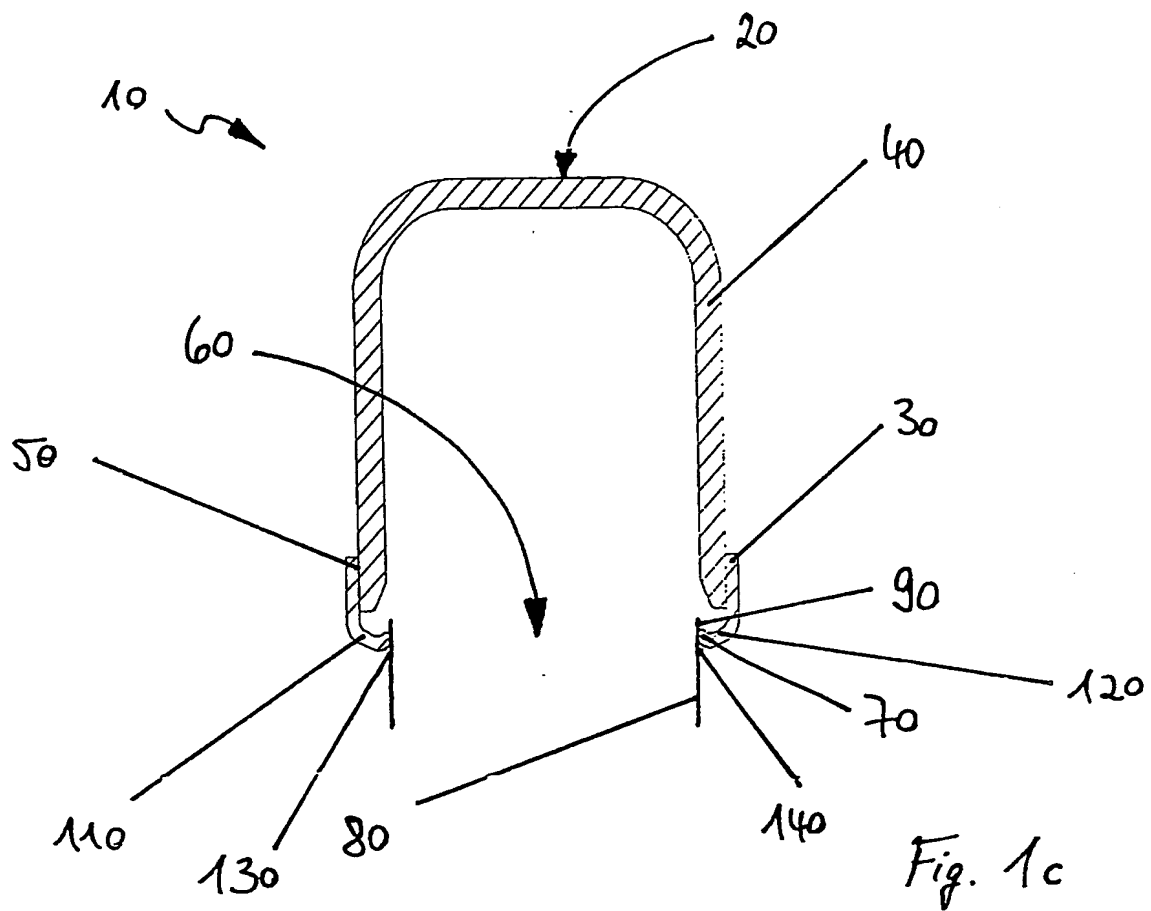
## **Z u s a m m e n f a s s u n g**

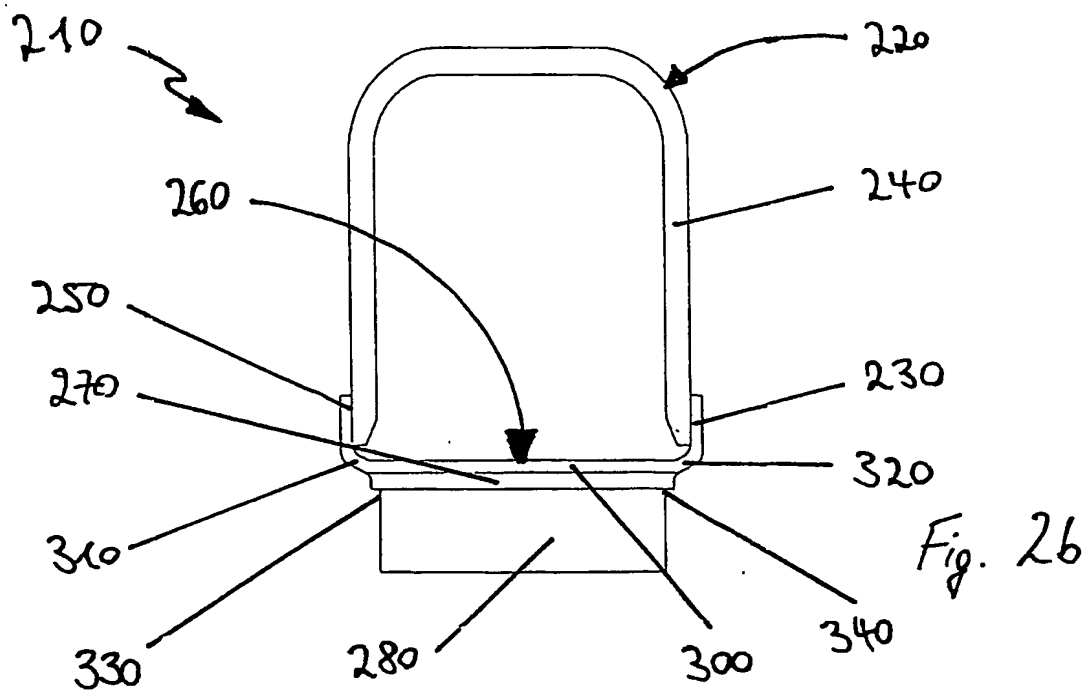
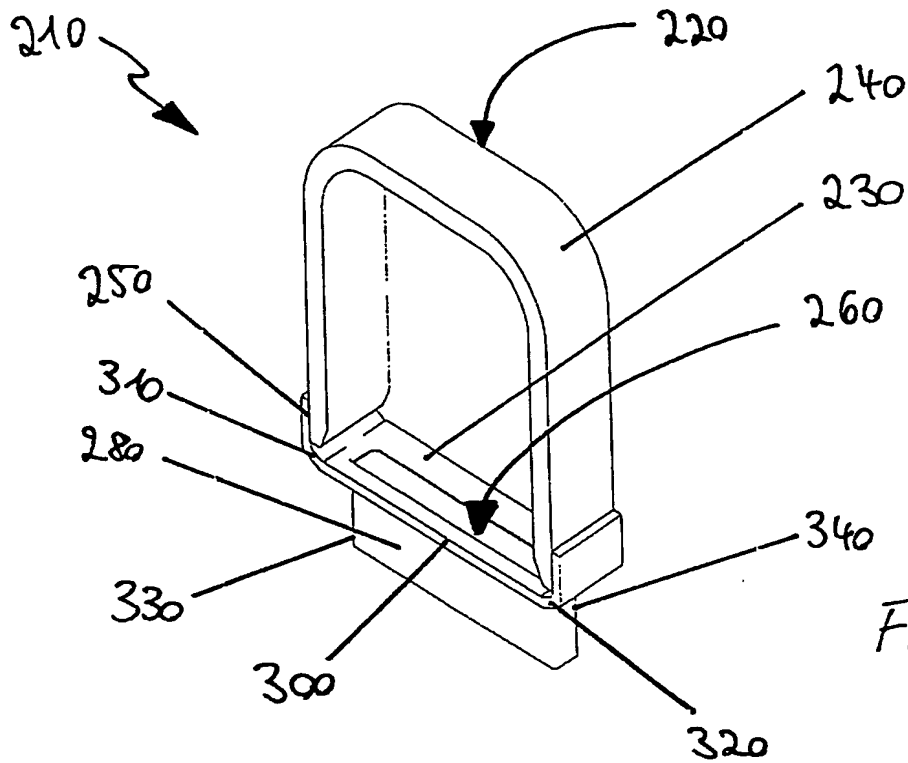
10

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit Rohren und einem Sammelkasten, wobei der Sammelkasten einen Rohrboden mit Rohröffnungen und mit abgewinkelten oder abgerundeten Seitenbereichen aufweist.

15







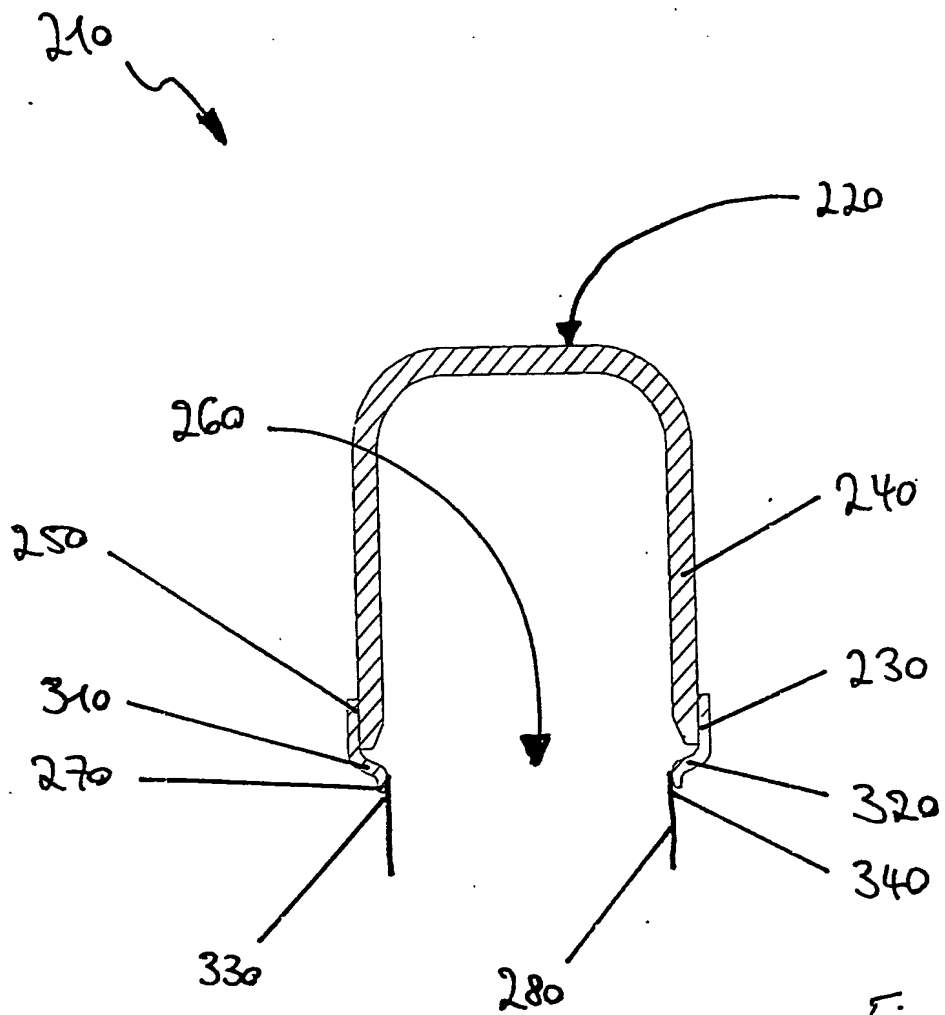


Fig. 2c